

UNTERSÜCHUNGEN ZUR FRAGE DER BEZIEHUNGEN
ZWISCHEN DER DREHREIZSCHWELLE
UND DER THERMISCHEN LABYRINTHERREGBARKEIT

von

CHRISTA KRÄENBRING

1965.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554419_0038

Aus der Universitäts-Hals-Nasen-Ohren-Klinik der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Professor Dr. Leicher

UNTERSUCHUNGEN ZUR FRAGE DER BEZIEHUNGEN
ZWISCHEN DER DREHREIZSCHWELLE UND DER
THERMISCHEN LABYRINTHERREGBARKEIT

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Hohen Medizinischen Fakultät der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

C h r i s t a K r ä e n b r i n g
aus Tarutino/Rumänien

Mainz 1965



Dekan: Professor Dr. Kortling
Referent: Professor Dr. Haas
Korreferent: Professor Dr. Leicher

MEINEN ELTERN
IN DANKBARKEIT
GEWIDMET

Untersuchungen zur Frage der Beziehungen
zwischen der Drehreizschwelle und der
thermischen Labyrinthirregbarkeit

Inhaltsübersicht

- I. Einleitung und Problemstellung
- II. Eigene Untersuchungen
 - 1. Versuchsanordnung
 - 2. Versuchsergebnisse
 - 3. Statistische Auswertung der Versuchsergebnisse
- III. Zusammenfassung

I. Einleitung und Problemstellung

Die Erkennung organischer und funktioneller Störungen des Vestibularapparates ist von großer Wichtigkeit. Die wissenschaftlichen Bestrebungen galten daher der Ausarbeitung und Verfeinerung der technischen Methoden, die eine exakte Funktionsprüfung des Labyrinthes gewährleisten. Besonders in den letzten Jahrzehnten konnte die Entwicklung der Vestibulardiagnostik einige Erfolge verzeichnen.

Anfang des 20. Jahrhunderts fand durch B á r á n y die Drehreizprüfung Eingang in die klinische Untersuchungstechnik. Da es sich aber bei diesem Rotationstest um unphysiologisch hohe Reize handelte, bemühten sich unter anderen M i t t e r m a i e r und M o n t a n d o n um eine Methode, die mit unterschwelligen Reizen arbeitet. Diese Drehschwachreizmethode stellt eine physiologische Reizmethode dar und ermöglicht die Ermittlung des Schwellenwertes des Vestibularapparates.

Mit Einführung der Elektronystagmographie durch S c h o t t Anfang der zwanziger Jahre, die auf der Ableitung der Potentialdifferenz von Cornea und Retina beruht, wurde die Möglichkeit zur Beurteilung des vestibulogenen Nystagmus stark erweitert. Die heute angewandte Methodik der Elektronystagmographie entwickelte J u n g. Durch die Anwendung der Elektronystagmographie bei der Drehreizschwellenprüfung kann der Schwellenbereich der Nystagmusreaktion exakt festgestellt werden.

Der Vorteil einer objektiven Registrierung des Nystagmusablaufes zeigt sich auch bei Anwendung der Elektronystagmographie bei der von H a l l p i k e entwickelten calorischen Prüfmethode des Nystagmus, wodurch eine objektive und exakte Beurteilung aller Faktoren der Nystagmusreaktion ermöglicht wird.

Die Anwendung der Photoelektronystagmographie bietet noch weitere Vorteile. Diese Methode zeichnet sich durch größe-

re Empfindlichkeit, Armut an Muskel- und Bewegungsartefakten und den Vorzug technischer Einfachheit und vielseitiger Verwendbarkeit aus. Bei der Photoelektronystagmographie können noch Augenbewegungen von 0,1 Winkelgrad erfaßt werden, während bei der Elektronystagmographie die Grenze bei etwa 1 Winkelgrad liegt.

Um ein pathologisches Vestibulargeschehen beurteilen zu können, wurden zahlreiche Versuche über die normale Labyrinth-erregbarkeit bei der calorischen Prüfung und bei der Drehreizschwellenprüfung an ohrgesunden Versuchspersonen durchgeführt. Die in der Literatur angegebenen Werte werden später aufgezeigt. Bisher wurden die calorische und die Drehreizschwellenprüfung stets gesondert beurteilt. Es liegt die Frage nahe, ob sich zwischen den Reaktionsantworten beider Methoden eine Beziehung feststellen läßt.

Unsere Untersuchungen galten der Frage, ob zwischen den durch langsam steigende Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsreize ermittelten Drehreizschwellenwerten und den Charakteristika der thermisch ausgelösten Vestibularreaktion eine Beziehung besteht. Diese Fragestellung läßt sich beantworten, da man heute sowohl durch die Schwellenwertprüfung als auch durch die calorische Prüfung rechtes und linkes Labyrinth getrennt erregen kann. In der älteren Literatur wurde diese isolierte Erregbarkeit und damit getrennte Einschätzbarkeit der Funktion der beiden Labyrinth- teile stets als ein besonderer Vorteil der calorischen Methode betont. Mit der Anwendung unterschwelliger Reize ist man auch bei der Drehreizschwellenprüfung in der Lage, die Labyrinthreaktionen getrennt zu beurteilen. Aus der Schlagrichtung des Nystagmus kann auf das jeweils gereizte Labyrinth geschlossen werden. Die Funktionsprüfung beruht auf dem Wechsel zwischen ampullopetalen und ampullofugalen Endolymphbewegungen. Bei einem Drehbeschleunigungsreiz entspricht eine

ampullopetale Reizung des rechten horizontalen Bogenganges einem Nystagmus nach rechts, eine Reizung des linken horizontalen Bogenganges einem Nystagmus nach links. Derjenige Teil der Nystagmusreaktion, der einer ampullofugalen Reizung entstammt, sei null oder zu vernachlässigen.

Im Elektronystagmogramm stellt sich der nach rechts gerichtete Nystagmus als eine Auslenkung von der isoelektrischen Linie nach oben dar, der nach links gerichtete Nystagmus als eine Auslenkung nach unten.

II. Eigene Untersuchungen

1. Versuchsanordnung

Um die Fragestellung unserer Arbeit beantworten zu können, wurde bei 47 Versuchspersonen sowohl die Drehreizschwellenprüfung als auch die calorische Prüfung nach der H a l l p i k e - Methode durchgeführt. Folgende Voraussetzungen mußten dabei erfüllt sein. Die Versuchsperson mußte ohrgesund sein und durfte kein Schädeltrauma erlitten haben; dies wurde anamnestisch festgestellt. Von jeder Versuchsperson wurde ein Audiogramm aufgenommen, welches altersgemäß und seitengleich sein mußte. Zusätzlich wurde die Versuchsperson mit der F r e n z e l'schen Brille auf Spontan-, Schüttel- und Lagenystagmus geprüft. Außerdem wurde zu Beginn einer jeden Drehreizschwellenprüfung eine Ruhekurve geschrieben, um auf jeden Fall einen übersehenen Spontannystagmus auszuschließen. Alkohol und Pharmaka mußten vermieden werden.

Das Durchschnittsalter unserer Versuchspersonen betrug 23 Jahre. Es handelte sich vorwiegend um Studenten und Schüler, die in den Untersuchungsgang eingeweiht wurden. Die Drehreizschwellenprüfung erfolgte mit der Apparatur von T ö n n i e s. Entsprechend der Definition des Schwel-

lenwertes der horizontalen Bogengänge nach M o n t a n d o n durfte der perrotatorische Nystagmus nur bei der Beschleunigung oder Verzögerung auftreten, nicht jedoch bei konstanter Geschwindigkeit.

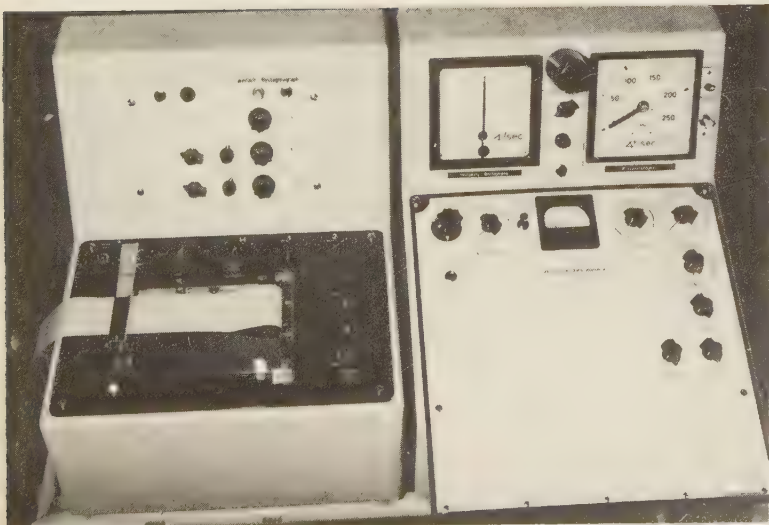
Während der Rechtsdrehung erhält man bei Beschleunigung einen nach rechts gerichteten Nystagmus, bei der Verzögerung einen nach links gerichteten Nystagmus.

Während der Linksdrehung tritt bei Beschleunigung ein nach links gerichteter Nystagmus, bei Verzögerung ein nach rechts gerichteter Nystagmus auf.

Wir begannen unsere Untersuchung mit der Rechtsdrehung. Die Linksdrehung erfolgte anschließend nach einer Pause von mindestens 3 Minuten. In der Literatur wurde darauf hingewiesen, daß es für das Auftreten des Nystagmus im Schwellenbereich bedeutungslos sei, mit welcher Drehung begonnen wurde. Wir beschleunigten bzw. verzögerten steigend, bei $0,2^{\circ}/\text{sec}^2$ beginnend. Bei einer größeren Beschleunigung bzw. Verzögerung als $1,0^{\circ}/\text{sec}^2$ wurde vom Beschleunigungsbereich 1 auf den Beschleunigungsbereich 2 umgeschaltet. Eine konstante Geschwindigkeit von $140^{\circ}/\text{sec}$ wurde nicht überschritten. Die Dauer der Beschleunigung sowie der Verzögerung betrug 120 sec. Mit konstanter Geschwindigkeit wurde mindestens 60 sec lang gedreht. Bevor die nächsthöhere Einstellung gewählt wurde, wurde ebenfalls 60 bis 120 sec lang abgewartet. Der Schwellenwert wurde angenommen, wenn mehrere Nystagmusschläge in einer bestimmten Zeiteinheit auftraten.

Die Versuchsperson saß auf einem automatisch betriebenen Drehstuhl. Der Kopf wurde in Flexionshaltung von 30° mit Hilfe der Kopfstütze fixiert. Die Versuchsperson wurde aufgefordert, sich während des Drehvorganges ruhig zu verhalten und den Kopf nicht zu bewegen. Vor dem Anlegen der Silberelektroden wurde die Haut zur besseren Leitfähigkeit im Bereich der Elektroden mit Alkohol entfettet. Zur besseren Kontaktfähigkeit wurde eine Elektrodenpaste benützt.

Die Elektroden wurden an den Ableitungsstellen mit Leukoplast, die Kabel zusätzlich an der Kopfstütze fixiert. Die horizontale Ableitung erfolgte beiderseits am Orbitalrand, ungefähr 1 cm vom temporalen Lidwinkel entfernt. Als indifferentelektrode wurde eine mit Wasser befeuchtete Ohrelektrode am rechten Ohrfläppchen befestigt.



Anschließend erfolgte die Blickwinkleichung. Es leuchteten im Abstand von 30° abwechselnd zwei Lichtsignale auf. Die Versuchsperson wurde aufgefordert, dem Wechsel der aufleuchtenden Signale nur mit den Augen zu folgen, ohne die Kopfstellung zu ändern. Die Blickwinkleichung dient der Feststellung, in welcher Beziehung ein bestimmter Winkel der Augenauslenkung zu einer erzeugten Auslenkung im Elektornystagmogramm steht. Die Blickwinkleinstellung darf nicht zu klein gewählt werden, um möglichst genaue Amplitudenwerte zu erzielen.

An die Blickwinkleichung wurde die Apparateeichung angeschlossen. Einer Einstellung von 0,1 mV soll eine Auslenkung von ungefähr 5 mm entsprechen.

Die eigentliche Untersuchung erfolgte im abgedunkelten Raum bei geschlossenen Augen der Versuchsperson. Um optische Reize auszuschalten, wurde der Kopf zusätzlich mit einem schwarzen Tuch verhängt.

In der Literatur finden sich widersprechende Angaben über die Registrierung des Nystagmus bei offenen und geschlossenen Augen. D e c h e r erscheint eine Registrierung mit offenen Augen vorteilhafter, da dadurch Augenmuskeltörungen vermieden werden können. Augenlidschluß wirke im Sinne einer Dämpfung des Nystagmus. Auch K i r s t e i n und S c h ö p f e r befaßten sich mit dieser Frage und wiesen darauf hin, daß bei Lidschluß mit Störungen gerechnet werden müßte, die zu einer Verwechslung mit Nystagmusschlägen führen könnten. F r e n z e l und T o n n d o r f sind jedoch der Ansicht, daß ein Lidschluß zur Verstärkung des Elektornystagmogramms führe, unabhängig davon, ob der Augenlidschluß im Dunkeln oder bei Helligkeit erfolgt.

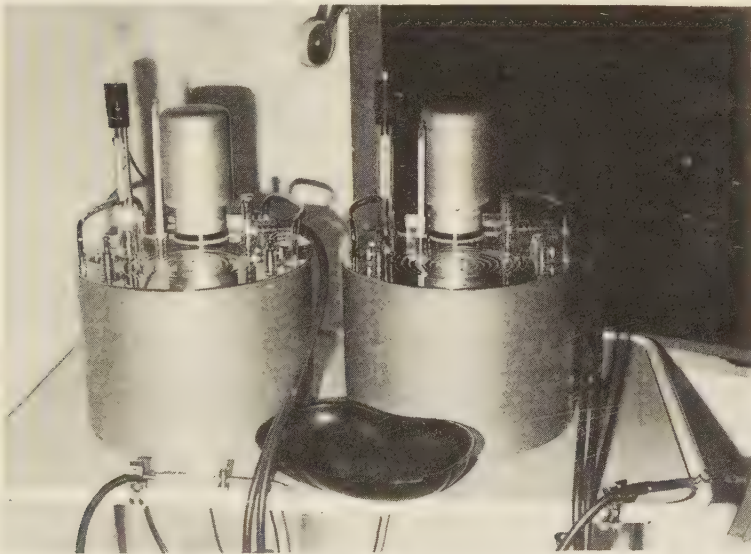
Wir waren bemüht, auch akustische Eindrücke möglichst zu vermeiden, da sie zu einem unruhigen Kurvenbild führen. Ergaben sich trotzdem noch Störungen im Nystagmogramm, wurde auf Filter 3 geschaltet.

Die Papiergeschwindigkeit betrug 5 mm/sec.

Die thermische Labyrinththerregbarkeit wurde nach der von H a l l p i k e angegebenen Methode geprüft.

Die elektronystagmographische Ableitung erfolgte wie bei der Drehreizschwellenprüfung. Die Versuchsperson lag auf einer Liege, den Kopf um 30° nach vorn gebeugt. Auch hier erfolgte die Registrierung bei geschlossenen Augen im abgedunkelten Raum.

Die Thermostaten waren auf eine Temperatur von 30° und 44° geeicht.



Wir spülten in der angegebenen Reihenfolge:

rechtes Ohr	30°
linkes Ohr	30°
rechtes Ohr	44°
linkes Ohr	44°

Zwischen jeder Spülung wurde eine Pause von mindestens 5 Minuten abgewartet.

Die Ausflußmenge betrug 180 - 200 ccm bei einer Spülzeit von 20 sec.

Mit der Registrierung wurde nach abgeschlossener Spülung begonnen.

Die thermisch ausgelöste Vestibularreaktion wurde nach folgenden Charakteristika beurteilt:

1. Dauer in sec
2. Gesamtschlagzahl
3. Gesamtamplitude in Grad (schnelle Komponente des Nystagmus)
4. Mittlere Gesamtamplitude (MGA)

$$= \frac{\text{Gesamtamplitude}}{\text{Gesamtschlagzahl}}$$
5. Mittlere Steigung (Winkelgeschwindigkeit der langsamen Komponente)

$$= \frac{\text{Gesamtamplitude}}{\text{Dauer}}$$
6. Frequenz

$$= \frac{\text{Gesamtschlagzahl}}{\text{Dauer}}$$
7. Latenzzeit

2. Versuchsergebnisse

Die folgenden Tabellen geben eine Übersicht unserer Versuchsergebnisse.

Berechnet wurden das statistische Mittel $\bar{x}$ sowie der Variationskoeffizient v .

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$v = \sqrt{\frac{s}{m}}$$

Die Standardabweichung s berechnet sich aus

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}}$$

Sxx ist die Summe der Abweichungsquadrate.

Die folgenden Ausdrücke sind identisch:

$$S_{xx} = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} = \sum (x_i - \bar{x})^2$$

Tabelle 1

Ergebnisse der Drehreizschwellenprüfung

	R	L	L	R
$\bar{x}$	0,469	0,489	0,497	0,514
v	0,05	0,03	0,05	0,04

R = Nystagmus nach rechts während der Beschleunigung bei Rechtsdrehung bzw. während der Verzögerung bei Linksdrehung.

L = Nystagmus nach links während der Verzögerung bei Rechtsdrehung bzw. während der Beschleunigung bei Linksdrehung.

Vergleicht man unsere Ergebnisse mit den Angaben anderer Autoren, so variieren die Werte deutlich untereinander.

Nach M o n t a n d o n ist der Schwellenwert als Minimum einer Drehbeschleunigung bzw. - verzögerung definiert, welches ausreicht, um das Auftreten einer rhythmischen Augenbewegung in einer bestimmten Richtung (rechts oder links)

nach einer gewissen Latenzzeit hervorzurufen und während der ganzen Periode der Beschleunigung oder Verzögerung zu unterhalten; der Nystagmus darf dabei die Dauer des Reizes nicht überdauern.

M o n t a n d o n fand als Mittel des Schwellenwertes

für die Beschleunigung $0,77^{\circ}/\text{sec}^2$

für die Verzögerung $0,83^{\circ}/\text{sec}^2$

D e c h e r gab den ermittelten Schwellenwert

für die Beschleunigung bei $0,37^{\circ}/\text{sec}^2$

für die Verzögerung bei $0,36^{\circ}/\text{sec}^2$ an.

H a a s beschäftigte sich mit der Frage der Altersabhängigkeit der Drehreizschwelle. Seine ermittelten Schwellenwerte lagen

für die Beschleunigung bei $0,61^{\circ}/\text{sec}^2$

für die Verzögerung bei $0,59^{\circ}/\text{sec}^2$.

Das Durchschnittsalter der Versuchspersonen betrug 45,2 Jahre. Nach Aufschlüsselung in zwei Altersklassen ergaben sich folgende Durchschnittsschwellenwerte:

15 - 50 Jahre $0,52$ bzw. $0,51^{\circ}/\text{sec}^2$

51 - 80 Jahre $0,72$ bzw. $0,68^{\circ}/\text{sec}^2$.

Bei P f a l t z, welcher mit der sehr empfindlichen Photoelektronystagmographie arbeitete, liegen die Schwellenwerte um $0,2^{\circ}/\text{sec}^2$.

Infolge der unterschiedlichen Ergebnisse wies D e c h e r darauf hin, daß man den Schwellenwert nicht - wie M o n t a n d o n - als "biologische Konstante" bezeichnen darf, sondern mit M i t t e r m a i e r von einem "klinisch feststellbaren Schwellenwert" sprechen soll. Nach Ansicht von D e c h e r ist der gemessene Schwellenwert abhängig von der Untersuchungsmethodik und der angewandten Apparatur. Auch psychische Situationen der Versuchspersonen seien maßgeblich, da durch vegetative Spannungen gestörte Nystagmogramme auftreten würden.

Wir beobachteten, daß die Nystagmogramme (besonders die der Drehreizschwellenprüfung) bei Medizinstudenten einen ruhi-

geren Verlauf und ein besseres Ergebnis zeigten, als bei den Versuchspersonen, denen das fachliche Verständnis fehlte. Auch Arbeiten von A s c h a n, F i n e r und H a g b a r t h wiesen bereits darauf hin, daß derart subjektive Faktoren einen Einfluß auf das Elektronystagmogramm haben können.

Daß man nur von einem klinisch feststellbaren Schwellenwert sprechen sollte, bekräftigen unsere Versuchsergebnisse. Obwohl unsere Untersuchungsmethodik und Apparatur mit der von D e c h e r übereinstimmte, erzielten wir abweichende Ergebnisse.

Tabelle 2

Ergebnisse der calorischen Prüfung

$\bar{x}$ = statistisches Mittel

v = Variationskoeffizient

		re 30°	re 44°	li 30°	li 44°
Dauer	$\bar{x}$	154	150	161	171
	v	0,23	0,22	0,24	0,28
Gesamt-schlag-zahl	$\bar{x}$	157	172	170	186
	v	0,38	0,38	0,38	0,44
Gesamt-ampl.	$\bar{x}$	664	641	636	670
	v	0,59	0,65	0,63	0,64
MGA	$\bar{x}$	4,22	3,71	3,86	3,74
	v	0,53	0,53	0,58	0,52
mittl. Steigung	$\bar{x}$	4,19	4,19	3,92	3,85
	v	0,57	0,59	0,61	0,57
Frequenz	$\bar{x}$	1,03	1,14	1,06	1,08
	v	0,11	0,15	0,10	0,12
Latenzz.	$\bar{x}$	4	3,6	4	3,8

Vergleicht man unsere Ergebnisse mit denen anderer Autoren, so liegen unsere Werte durchschnittlich etwas höher. Man muß dabei berücksichtigen, daß die Untersuchungstechnik häufig unterschiedlich ist. P f a l t z wandte wie wir die H a l l p i k e - Methode an; jedoch änderten wir die Dauer der calorischen Prüfung von 40 sec auf 20 sec ab und damit auch die Wassermenge.

P f a l t z gab als durchschnittliches Maß zur Beurteilung der Vestibularreaktion folgende Werte an:

Dauer	125 - 130 sec
Schlagzahl	135 - 165
Gesamtamplitude	260 - 350°

M i t t e r m a i e r spülte mit einer Wassertemperatur von 17° und einer Wassermenge von 10 ccm 5 sec lang. Seine durchschnittlichen Werte lagen bei

Dauer	128 sec
Schlagzahl	147
Gesamtamplitude	987°

Vergleicht man die relative Streuung seiner Werte ungeachtet der verschiedenen Untersuchungstechnik mit unseren Werten, so ergibt sich ein ähnliches Bild:

	nach Mittermaier	eigene Angaben
Dauer	34,8%	24%
Schlagzahl	41,1%	39%
Gesamtamplitude	62,4%	62%

Die Dauer erweist sich als die relativ konstanteste Größe, die Schlagzahl und besonders die Gesamtamplitude variieren erheblich vom Mittelwert.

Nach Angaben von J o n g k e e s erzielt man eine maximale Wirkung durch eine Wassertemperatur, welche um 7° von der Körpertemperatur abweicht. Eine größere Differenz verändere nicht den Wert der Reaktion, führe aber zur Verstärkung der subjektiven Empfindungen. Da sich diese Angabe nur auf die Dauer des Nystagmus bezieht, hat C h r i s t i a n den Einfluß der Reizstärke auf Schlagzahl und Gesamtamplitude geprüft. Er stellte dabei fest, daß die Nystagmusreaktion im wesent-

lichen durch die Spültemperatur bestimmt wird. Die Wassermenge dürfe vernachlässigt werden, jedoch sei eine möglichst genau begrenzte Spüldauer erforderlich. Ein stärkeres Abweichen von der Körpertemperatur beeinflusst die Nystagmusdauer zwar nur gering, jedoch die Werte für die Schlagzahl und besonders die Gesamtamplitude erhöhen sich deutlich.

Wir spülten mit der von H a l l p i k e angegebenen Temperatur und erzielten relativ höhere durchschnittliche Werte. Dieses Ergebnis bestärkt uns in der Fragestellung, ob sich zwischen den Kriterien der calorisch ausgelösten Vestibularreaktion und den gemessenen Schwellenwerten eine Beziehung nachweisen läßt.

3. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung unserer Untersuchungsergebnisse erfolgte mit Hilfe der Regressions- und Korrelationsrechnung.

Die Berechnung der Regressionsgeraden

$$y_R = bx + a$$

läßt Rückschlüsse vom Schwellenwert auf die Charakteristika des calorisch ausgelösten Nystagmus zu.

y = jeweiliges Kriterium

x = Schwellenwert

a berechnet sich aus $\bar{y} - b\bar{x}$

b berechnet sich aus $\frac{S_{xy}}{S_{xx}}$

S_{xx} ist die Summe der Abweichungsquadrate.

$$S_{xx} = \sum (x_i - \bar{x})^2$$

S_{xy} ist die Summe der Abweichungsprodukte.

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Der Regressionskoeffizient ist das Steigemaß, welches angibt, um welchen Betrag sich y ändert, wenn x um eine Einheit steigt. Die graphische Darstellung der Regressionsgeraden veranschaulicht das Absinken der Werte der calorischen Reaktion bei steigenden Schwellenwerten. (Graphische Darstellung siehe im Anhang.) Dieses Absinken ist bei den einzelnen Kriterien ver-

schieden; es ist am ausgeprägtesten bei der Gesamtamplitude. Diese weist auch die sicherste Beziehung zum Schwellenwert auf, wie wir später sehen werden.

Durch die Korrelationsrechnung läßt sich der Grad eines Zusammenhangs zwischen veränderlichen Größen bestimmen. Wie eng dieser Zusammenhang ist, wird durch den Korrelationskoeffizienten ausgedrückt. Bei negativem Korrelationskoeffizienten entsprechen steigenden x - Werten fallende y - Werte.

Bei Berechnung des Korrelationskoeffizienten geht man von der Hypothese aus, daß zwischen x (in unserem Falle der Schwellenwert) und y (in unserem Falle die Kriterien der thermisch ausgelösten Vestibularreaktion) keine Abhängigkeit besteht. Der Korrelationskoeffizient r läßt einen Rückschluß darauf zu, mit wieviel Prozent Wahrscheinlichkeit die hier gefundenen und noch extremeren Ergebnisse unter der Voraussetzung der Unabhängigkeit zwischen x und y durch Zufall auftreten können. Ist die Wahrscheinlichkeit P gering ($P < 0,01$), kann die Ausgangshypothese der Unabhängigkeit der Werte verworfen werden. Liegt die Wahrscheinlichkeit zwischen 1% und 5% ($0,05 > P > 0,01$), werden die Werte als auffällig bezeichnet. Eine endgültige Aussage über eine bestehende Abhängigkeit ist mit einer größeren Zahl von Versuchspersonen anzustreben. P ist gleichzeitig die sogenannte Irrtumswahrscheinlichkeit, d.h. die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Aussage "die Werte sind abhängig" nicht richtig ist. Die für r errechnete Irrtumswahrscheinlichkeit gilt in gleicher Weise für den Regressionskoeffizienten b , d.h. sie sagt aus, ob b gesichert von null verschieden ist.

Der Korrelationskoeffizient r berechnet sich aus:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} = \frac{\sum (x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum (x-\bar{x})^2 \sum (y-\bar{y})^2}} =$$

$$= \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n})(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n})}}$$

Gemäß unserer Zahl von 47 Versuchspersonen entspricht

$$r \geq 0,27 \sim P 0,05$$

$$r \geq 0,37 \sim P 0,01$$

$$r \geq 0,45 \sim P 0,001$$

Tabelle 3

gibt einen Überblick über die errechneten Korrelationskoeffizienten.

(Die Berechnung erfolgte mit Originalwerten. Nur bei Berechnung des Korrelationskoeffizienten r für die Gesamtemplicitude wurden die Werte zusätzlich logarithmisch transformiert.)

		re 30°	re 44°	li 30°	li 44°
Dauer		-0,18	-0,37	-0,39	-0,25
Gesamt- schlagz.		-0,27	-0,34	-0,35	-0,33
Gesamt- ampl.		-0,55	-0,37	-0,38	-0,39
	lg	-0,54	-0,52	-0,43	-0,45
MGA		-0,43	-0,30	-0,22	-0,26
mittl. Steigung		-0,49	-0,31	-0,23	-0,33
Frequenz		-0,19	-0,17	-0,08	-0,21

Bei Berechnung des Korrelationskoeffizienten r für die Dauer läßt sich eine gesicherte Abhängigkeit zum Schwellenwert nur für rechts 44° und links 30° nachweisen. Es mag auffällig erscheinen, daß es sich um den nach rechts gerichteten Nystagmus handelt, den kausalen Zusammenhang vermögen wir jedoch nicht zu erklären. Über die Abhängigkeit Schwellenwert - Dauer für rechts 30° und links 44° läßt sich nichts positives sagen.

Bei Betrachtung der Werte des Korrelationskoeffizienten r für die Gesamtschlagzahl ist die Irrtumswahrscheinlichkeit zwar zu groß, um eine bindende Aussage zu treffen, jedoch kann die Beziehung der Gesamtschlagzahl zum Schwellenwert nicht mehr als zufällig betrachtet werden. Eine größere Anzahl von Versuchspersonen könnte hier ein eindeutigeres Ergebnis bringen.

Eine gesicherte Aussage läßt sich über die Abhängigkeit der Gesamtamplitude zum Schwellenwert fällen. Die Irrtumswahrscheinlichkeit liegt bei Berechnung von r mit Originalwerten unter 1%, bei logarithmischer Transformation unter 0,1%.

Bei Beurteilung der Korrelationskoeffizienten r für die mittlere Gesamtamplitude und die mittlere Steigung fallen die unterschiedlichen Ergebnisse auf. Eine bindende Aussage erlauben sie uns nicht. Summarisch gesehen könnte man die Werte jedoch als auffällig bezeichnen und einen Zusammenhang mit dem Schwellenwert vermuten. Die Frequenz und die Latenzzeit lassen keine Abhängigkeit zum Schwellenwert erkennen.

Wir versuchten mittels der partiellen Korrelationsrechnung unsere Ergebnisse zu festigen. Bei dieser Berechnung werden jeweils drei Werte unter Konstanthaltung des einen in Beziehung gesetzt. (z.B. Schwellenwert, Gesamtamplitude und Gesamtschlagzahl).

Ergibt die Ausrechnung bei Konstanthaltung des einen Wertes ein Verschwinden der Korrelation der beiden anderen Größen, so wird damit ausgedrückt, daß die Korrelation in erster Linie durch die konstant gehaltene Größe bedingt ist.

Die Ausrechnung erfolgte mittels

$$r_{xy} \cdot z = \frac{r_{xy} - r_{xz} \cdot r_{yz}}{\sqrt{(1-r_{xz}^2) (1-r_{yz}^2)}}$$

$$r_{xz} \cdot y = \frac{r_{xz} - r_{xy} \cdot r_{yz}}{\sqrt{(1-r_{xy}^2) (1-r_{yz}^2)}}$$

$$r_{yz} \cdot x = \frac{r_{yz} - r_{xz} \cdot r_{xy}}{\sqrt{(1-r_{xz}^2) (1-r_{xy}^2)}}$$

Bei dieser Berechnung fanden wir nur die Abhängigkeit der Gesamtamplitude vom Schwellenwert bestätigt, während sich das Abhängigkeitsverhältnis der anderen Größen zum Schwellenwert nicht festigen ließ.

(Einzelwerte sind aus dem tabellarischen Anhang ersichtlich.)

Anschließend stellten wir uns die Frage, ob man von einem der Charakteristika der calorischen Vestibularreaktion mit Sicherheit auf den Schwellenwert schließen kann.

Wir berechneten dazu die Regressionsgerade:

$$x_R = b'y + a'$$

Die Auswertung zeigte uns jedoch, daß die Korrelationen

nicht hoch genug sind, um einen ausreichenden Rückschluß auf den Schwellenwert zuzulassen. (Graphische Darstellung siehe im Anhang.)

Die Berechnung mit mehrfachen Regressionen führte ebenfalls zu keinem Ergebnis, welches einen Rückschluß rechtfertigte.

Die Ausrechnung erfolgte mit Hilfe der Größen Schwellenwert, Dauer, Schlagzahl und Gesamtamplitude mittels

$$y_R = a + b_1 x_1 + b_2 x_2$$

$$b_1 = \frac{Sx_2 x_2 \quad Sx_1 y - Sx_1 x_2 \quad Sx_2 y}{Sx_1 x_1 \quad Sx_2 x_2 - S^2 x_1 x_2}$$

$$b_2 = \frac{Sx_1 x_1 \quad Sx_2 y - Sx_1 x_2 \quad Sx_1 y}{Sx_1 x_1 \quad Sx_2 x_2 - S^2 x_1 x_2}$$

$$a = \bar{y} - b_1 \bar{x}_1 - b_2 \bar{x}_2$$

Im Rahmen unserer Versuchsserie beschäftigten wir uns auch mit der Frage des Nystagmusüberwiegens. Sind die Reaktionen der calorischen Prüfung rechts 30° und links 44° gegenüber links 30° und rechts 44° verstärkt, wird ein richtungsmäßiges Überwiegen des Nystagmus angenommen. Einer Nystagmusbereitschaft nach links entspräche ein latenter Spontannystagmus nach links. Wissenschaftlich besteht noch keine vollkommene Klarheit über die Ursache dieses Nystagmusüberwiegens. Als auslösende Momente für ein richtungsmäßiges Überwiegen des Nystagmus kommen sowohl periphere als auch zentrale Faktoren in Frage. H a l l p i k e schreibt

dieses Überwiegen einer einseitigen Labyrinthschädigung zu, und zwar würde bei einem Überwiegen des Nystagmus nach links eine Utriculusschädigung rechts vorliegen. P o g a n y nimmt zur anatomischen Erklärung des überwiegenden Nystagmus eine gesteigerte oder herabgesetzte Funktion der cortico-oculomotorischen Bahn an. K a r b o w s k i beschäftigt sich mit der diagnostischen Bedeutung des richtungsbestimmten Überwiegens des experimentellen Nystagmus. "Bei zentraler oder peripherer Schädigung eines Labyrinths erwartet er ein Richtungsüberwiegen zum stärkeren Labyrinth und ein harmonisches Überwiegen der deiterospinalen Reflexe in entgegengesetzter Richtung. Bei Störung der Verteilung der labyrinthären Impulse können Richtungsüberwiegen der deiterospinalen Reflexe in gleicher Seitenrichtung auftreten. Der Verfasser erwartet in der Großhirnrinde Repräsentation der receptorischen und der energetischen Funktion des Labyrinths."

In der Arbeit von S t a h l e finden wir Angaben über die maximal zugelassenen Differenzen zwischen dem rechts- und linksschlagenden Nystagmus.

Er gibt an:

für die Dauer	60 sec
für die Gesamtschlagzahl	175
für die Gesamtamplitude	1000°

S t a h l e betont, daß die Dauer ein adäquates Maß sei, um ein Richtungsüberwiegen des Nystagmus auszudrücken, während die anderen Kriterien (er spricht von "Intensität der Reaktion" = Gesamtschlagzahl, Gesamtamplitude, mittlere Augengeschwindigkeit in der langsamen Phase) mehr ein Ausdruck für die Labyrinthensensitivität seien.

Wir konnten dies bestätigen.

Zum Vergleich sei

Tabelle 4

angeführt.

Berechnung des Korr. koeff. r für	li 30° re 44°	re 30° li 44°	re 30° li 30°	re 44° li 44°	re 30° re 44°	li 30° li 44°
	Nystagmus nach re	Nystagmus nach li				
Dauer	0,65	0,47	0,27	0,34	0,28	0,26
Gesamt- schlagz.	0,87	0,71	0,62	0,75	0,59	0,75
Gesamt- ampl.	0,74	0,67	0,78	0,61	0,69	0,62

Aus den Werten ist zu ersehen, daß die Korrelation zwischen rechts- bzw. linksschlagendem Nystagmus bedeutend enger ist, als die Korrelation zwischen den beiden Labyrinthen bei gleicher Temperatur bzw. die eines Labyrinths bei verschiedener Temperatur.

Die Werte für die Dauer sind mittels

$$\sigma_z = \frac{1}{\sqrt{r-3}}$$

gesichert.
Sechs Versuchspersonen unserer Versuchsserie wiesen ein Nystagmusüberwiegen auf, welches durch die Dauer gekennzeichnet war. Bei drei von diesen Versuchspersonen zeigte sich das Nystagmusüberwiegen auch in Bezug auf die Schlagzahl. Zwei Versuchspersonen wiesen ein Nystagmusüberwiegen auf, welches nur durch die Gesamtamplitude, nicht aber durch die Dauer oder die Schlagzahl ausgedrückt wurde. Da die Korrelationen zwischen den Kriterien der calorisch ausgelösten Vestibularreaktion und dem ermittelten Schwellenwert nicht hoch genug sind, drückt sich die Nystagmusbereitschaft nicht in jedem Falle ebenso im Schwellenwert aus.

III. Zusammenfassung

Es wurden zwei Versuchsreihen an 47 ohrgesunden Versuchspersonen durchgeführt. Bei diesen Versuchspersonen wurde erstens mittels steigender Beschleunigungs- und Verzögerungsreize der Schwellenwert des Vestibularapparates ermittelt und zweitens die thermische Labyrinthirregbarkeit nach der H a l l p i k e - Methode geprüft. Die Registrierung der Ergebnisse erfolgte mit dem Nystagmographen von Tönnies. Die Untersuchungen sollten die Frage klären, ob sich zwischen dem Schwellenwert und der calorisch ausgelösten Vestibularreaktion eine Beziehung nachweisen läßt. Die statistische Auswertung des Untersuchungsmaterials mit Hilfe der Korrelationsrechnung ergab folgendes Ergebnis:

Eine statistisch gesicherte Abhängigkeit ließ sich nur zwischen dem Schwellenwert und der Gesamtamplitude der calorischen Reaktion nachweisen. Die Beziehung der Gesamtschlagzahl zum Schwellenwert kann statistisch als auffällig gewertet werden. Eine endgültige Aussage über eine vorhandene Abhängigkeit wäre mit einer größeren Anzahl von Versuchspersonen anzustreben. Ein Zusammenhang zwischen der mittleren Gesamtamplitude sowie der mittleren Steigung und dem Schwellenwert ist primär durch die Abhängigkeit der Gesamtamplitude vom Schwellenwert bedingt. Dies zeigten die Ergebnisse der partiellen Korrelationsrechnung. Dauer und Frequenz der calorischen Reaktion lassen keinerlei Beziehung zum Schwellenwert erkennen.

Außerdem wurde kurz auf die Frage des Nystagmusüberwiegens eingegangen. Wir konnten an unseren Versuchspersonen zeigen, daß die Nystagmusbereitschaft in erster Linie durch die Dauer der calorischen Reaktion ausgedrückt wird. Wir bestätigten damit die Auffassung von S t a h l e. Ein vorhandenes Nystagmusüberwiegen zeigt sich nicht in jedem Falle auch in den zugehörigen Schwellenwerten.

Wir waren mit unseren Untersuchungen bemüht, zum umfassenden Gebiet der Vestibular Diagnostik beizutragen.

Drehreizschwellenwerte

Lfd. Nr.	Name	Alter	R	L	L	R
1	Gertraud St.	23	0,2	0,2	0,2	0,2
2	Ute H.	25	0,2	0,2	0,2	0,2
3	Ingrid G.	16	0,2	0,2	0,2	0,2
4	Rainer H.	26	0,2	0,2	0,2	0,2
5	Ulrich H.	15	0,2	0,2	0,3	0,2
6	Ehrhart A.	25	0,2	0,4	0,4	0,2
7	Edward G.	27	0,2	0,4	0,4	0,2
8	Rudolf W.	23	0,3	0,4	0,2	0,3
9	Christa K.	24	0,4	0,2	0,3	0,4
10	Marianne B.	35	0,4	0,3	0,3	0,4
11	Helga Pf.	24	0,4	0,4	0,4	0,4
12	Albrecht S.	24	0,4	0,4	0,4	0,4
13	Hartmut W.	19	0,4	0,4	0,4	0,4
14	Elke K.	23	0,4	0,4	0,4	0,4
15	Elisabeth L.	23	0,4	0,4	0,4	0,4
16	Hartmut K.	24	0,4	0,4	0,4	0,4
17	Roswitha Z.	23	0,4	0,4	0,4	0,4
18	Wolfgang S.	22	0,4	0,4	0,4	0,4
19	Helga B.	30	0,4	0,4	0,4	0,4

Lfd. Nr.	Name	Alter	R	L	L	R
20	Ingrid K.	27	0,5	0,3	0,3	0,5
21	Ilse Pf.	26	0,3	0,5	0,5	0,3
22	Lothar K.	24	0,4	0,3	0,4	0,4
23	Lajos B.	23	0,4	0,4	0,4	0,6
24	Michael Th.	23	0,6	0,4	0,4	0,4
25	Hannelore E.	24	0,4	0,6	0,4	0,4
26	Walter K.	23	0,4	0,5	0,5	0,4
27	Horst L.	30	0,5	0,5	0,5	0,6
28	Fritz B.	25	0,6	0,4	0,4	0,6
29	Konrad L.	24	0,6	0,4	0,4	0,6
30	Adam R.	28	0,6	0,4	0,4	0,7
31	Adelheid Z.	24	0,4	0,5	0,6	0,6
32	Rosemarie K.	25	0,4	0,2	0,5	0,5
33	Falk T.	20	0,6	0,4	0,6	0,2
34	Günter S.	15	0,5	0,4	0,6	0,7
35	Ursula J.	26	0,6	0,6	0,6	0,6
36	Horst W.	21	0,6	0,6	0,6	0,6
37	Peter M.	31	0,6	0,4	0,6	0,6
38	Gerrit St.	18	0,6	0,6	0,6	0,7
39	Sieglinde W.	21	0,8	0,6	0,6	0,6

Lfd. Nr.	Name	Alter	R	L	L	R
40	Joachim v.K.	27	0,6	0,4	0,6	0,8
41	Norbert Z.	24	0,8	0,8	0,8	0,8
42	Brigitte P.	23	1,0	0,6	0,8	0,8
43	Renate S.	19	0,9	0,7	0,8	1,1
44	Dieter K.	18	0,7	1,0	1,0	1,0
45	Dagmar D.	16	1,0	0,8	1,0	1,0
46	Dorle St.	16	1,0	1,0	1,0	1,2
47	Henning St.	16	1,0	1,4	1,4	0,8

Werte der calorischen Prüfung

1. Dauer

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
1	142	142	192	187
2	163	157	174	154
3	130	218	214	140
4	115	133	154	113
5	183	193	218	180
6	153	164	195	170
7	264	134	157	296
8	175	220	196	144
9	163	195	350	154
10	150	114	123	139
11	181	184	214	182
12	139	135	105	145
13	125	174	135	151
14	139	154	232	177
15	185	131	202	211
16	121	153	132	172
17	127	150	136	169
18	195	146	189	124
19	116	102	144	135

1. Dauer

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
20	164	182	191	181
21	202	189	119	186
22	201	166	228	258
23	167	165	208	217
24	136	152	155	182
25	120	110	90	158
26	177	99	130	172
27	155	167	176	157
28	123	205	133	208
29	177	125	266	189
30	198	190	173	181
31	165	143	209	169
32	138	129	173	126
33	119	128	151	146
34	109	112	132	143
35	148	206	191	229
36	140	177	177	176
37	141	185	141	153
38	101	127	132	116
39	151	271	248	144

1. Dauer

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
40	159	153	136	127
41	146	115	147	150
42	126	132	153	171
43	113	118	131	104
44	117	119	127	83
45	80	131	134	98
46	153	155	205	146
47	119	99	149	84

Werte der calorischen Prüfung

2. Schlagzahl

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
1	286	277	279	305
2	135	114	167	148
3	161	262	246	180
4	139	139	205	105
5	111	152	125	130
6	191	182	223	221
7	270	193	270	239
8	180	232	250	158
9	157	223	295	137
10	190	136	125	215
11	239	320	239	194
12	174	153	146	155
13	153	184	143	169
14	242	242	314	261
15	365	188	387	360
16	193	130	140	175
17	253	202	226	231
18	148	121	133	167
19	177	149	195	222

2. Schlagzahl

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
20	156	151	168	155
21	216	113	99	139
22	255	148	190	244
23	306	251	335	301
24	174	173	195	209
25	96	95	80	149
26	188	88	109	166
27	183	159	183	154
28	147	219	216	245
29	262	165	397	229
30	258	245	356	232
31	137	88	99	110
32	61	52	75	56
33	78	167	103	100
34	146	118	163	108
35	134	120	196	163
36	137	124	176	108
37	213	148	111	99
38	88	34	50	79
39	101	152	139	97

2. Schlagzahl

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
40	190	125	187	188
41	147	129	167	162
42	67	77	144	111
43	73	142	87	80
44	96	107	122	111
45	120	148	139	186
46	171	214	216	181
47	129	67	138	68

Werte der calorischen Prüfung

3. Gesamtamplitude

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
1	664,7	669,4	567,1	941,1
2	487,3	723,1	812,6	696,8
3	988,5	1857,1	1217,1	1662,8
4	745,4	1141,8	1890,9	423,6
5	955,3	1706,1	715,3	1346,1
6	1034,5	1145,4	1542,2	1270,9
7	1458,8	1318,8	748,2	1111,7
8	398,7	793,7	832,5	377,5
9	610	540	1040,8	454,6
10	451,4	375,2	312,6	589,5
11	920	852,9	790,5	438,8
12	428,7	607,5	646,2	438,7
13	326,3	314,5	332,7	386,3
14	1220	1166,4	1194,2	1687,1
15	520	356	602	525
16	782,2	735,5	498,8	1004,4
17	719	772	526	779
18	336,6	325	316,6	383,3
19	231,2	263,6	307,5	267,5

3. Gesamtamplitude

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
20	947,1	615,7	780,7	743,9
21	960	570	355	540
22	1098,8	847,7	1220	1291,1
23	1073,7	993,7	971,2	985
24	321,5	383,1	364,6	375,3
25	350,6	449,3	210,6	597,3
26	482,7	264,5	221,8	358,1
27	953,8	975,3	960	993,8
28	315,6	661,7	486,9	693,1
29	1814,6	996	2117,3	1325,3
30	620	486,3	845,2	458,9
31	790,6	492	600	496
32	243,6	375,5	554,4	257,2
33	183,8	938,4	635,3	161,5
34	1251,1	929,4	1240	1078,8
35	529,1	540	567,2	623,5
36	514,1	242,3	627	245,8
37	1762,8	978,5	674,2	640
38	382,5	187,5	266,2	423,7
39	183,8	290,3	244,5	154,8

3. Gesamtamplitude

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
40	298,7	228,7	395	301,2
41	227,6	258,4	287,6	340
42	148	85,6	240	156,8
43	98	286,6	147,3	183,3
44	557,5	765	732,5	785
45	234,4	422,8	227,6	500,9
46	203,1	283,1	283,8	230
47	314,2	158,5	344,2	171,4

Werte der calorischen Prüfung

4. Frequenz

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
1	2,01	1,95	1,45	1,63
2	0,82	0,72	0,95	0,96
3	1,23	1,20	1,14	1,28
4	1,20	1,04	1,33	0,92
5	0,60	0,78	0,57	0,72
6	1,24	1,10	1,14	1,30
7	1,02	1,44	1,71	0,80
8	1,02	1,05	1,27	1,09
9	0,96	1,14	0,84	0,88
10	1,26	1,19	1,01	1,54
11	1,32	1,73	1,11	1,06
12	1,25	1,13	1,39	1,06
13	1,22	1,05	1,05	1,11
14	1,74	1,50	1,35	1,47
15	1,96	1,43	1,91	1,70
16	1,59	0,84	1,06	1,01
17	1,99	1,34	1,66	1,36
18	0,75	0,82	0,70	1,34
19	1,52	1,46	1,35	1,64

4. Frequenz

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
20	0,93	0,82	0,87	0,85
21	1,06	0,59	0,82	0,74
22	1,46	0,89	0,83	0,94
23	1,83	1,52	1,61	1,38
24	1,27	1,13	1,25	1,14
25	0,80	0,86	0,88	0,94
26	1,06	0,88	0,83	0,96
27	1,18	0,95	1,03	0,98
28	1,19	1,06	1,62	1,15
29	1,48	1,32	1,49	1,21
30	1,30	1,28	2,05	1,28
31	0,83	0,61	0,47	0,65
32	0,44	0,40	0,43	0,52
33	0,65	1,30	0,68	0,75
34	1,33	1,05	1,23	0,75
35	0,90	0,58	1,02	0,70
36	0,97	0,70	0,99	0,61
37	1,11	0,80	0,78	0,64
38	0,87	0,26	0,37	0,76
39	0,66	0,55	0,56	0,67

4. Frequenz

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
40	1,19	0,81	1,37	1,48
41	1,00	1,12	1,13	1,08
42	0,53	0,58	0,94	0,64
43	0,64	1,20	0,66	0,76
44	0,82	0,89	0,96	1,33
45	1,50	1,12	1,03	1,89
46	1,11	1,38	1,05	1,23
47	1,08	0,67	0,92	0,80

Werte der calorischen Prüfung

5. MGA

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
1	2,32	2,41	2,03	3,08
2	3,60	6,34	4,86	4,70
3	6,13	7,08	4,94	9,23
4	5,36	8,21	9,22	4,03
5	8,60	11,22	5,72	10,35
6	5,41	6,29	6,93	5,75
7	5,40	6,83	2,77	4,65
8	2,21	3,41	3,33	2,38
9	3,88	2,42	3,52	3,53
10	2,37	2,75	2,50	2,77
11	3,84	2,66	3,30	2,26
12	2,46	3,97	4,42	2,82
13	2,13	1,70	2,32	2,28
14	5,04	4,81	3,80	6,46
15	1,42	1,89	1,55	1,45
16	4,05	5,65	3,56	5,73
17	2,84	3,82	2,32	3,37
18	2,27	2,68	2,37	2,29
19	1,30	1,76	1,57	1,21

5. MGA

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
20	6,07	4,07	4,64	4,79
21	4,44	4,51	3,58	3,88
22	4,30	5,72	6,42	5,29
23	3,50	3,95	2,89	3,27
24	1,84	2,21	1,86	1,79
25	3,65	4,72	2,63	4,00
26	2,56	3,01	2,03	2,15
27	5,21	6,13	5,24	6,44
28	2,14	3,02	2,25	2,83
29	6,92	6,03	5,33	5,78
30	2,40	1,98	2,37	1,97
31	5,77	5,59	6,06	4,50
32	3,99	7,22	7,39	4,59
33	2,35	5,61	6,16	1,61
34	8,57	7,87	7,60	9,98
35	3,94	4,50	2,89	3,82
36	3,75	1,95	3,56	2,27
37	8,27	6,61	6,07	6,46
38	4,34	5,51	5,32	5,36
39	1,81	1,90	1,75	1,59

5. MGA

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
40	1,57	1,82	2,11	1,60
41	1,54	2,00	1,72	2,09
42	2,20	1,11	1,66	1,41
43	1,34	2,01	1,69	2,29
44	5,80	7,14	6,00	7,07
45	1,95	2,85	1,63	2,69
46	1,18	1,30	1,31	1,27
47	2,43	2,36	2,49	2,52

Werte der calorischen Prüfung

6. mittlere Steigung

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
1	4,68	4,71	2,95	5,03
2	2,98	4,60	4,67	4,52
3	7,60	8,51	5,68	11,87
4	6,48	8,58	12,27	3,74
5	5,22	8,83	3,28	7,47
6	6,76	6,98	7,93	7,47
7	5,52	9,84	4,76	3,75
8	2,27	3,60	4,24	2,62
9	3,74	2,76	2,97	2,95
10	3,00	3,29	2,54	4,24
11	5,08	4,63	3,69	2,41
12	3,08	4,50	6,15	3,02
13	2,61	1,80	2,46	2,55
14	8,77	7,57	5,14	9,53
15	2,81	2,71	2,98	2,48
16	6,46	4,80	3,77	5,83
17	5,66	5,14	3,86	4,60
18	1,72	2,22	1,67	3,09
19	1,99	2,58	2,13	1,98

6. mittlere Steigung

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
20	5,78	3,38	4,08	4,10
21	4,75	2,69	2,98	2,90
22	5,46	5,10	5,35	4,61
23	6,42	6,02	4,66	4,53
24	2,36	2,52	2,35	2,06
25	2,92	4,08	2,34	3,77
26	2,72	2,67	1,70	2,08
27	6,15	5,84	5,45	6,32
28	2,56	3,22	3,66	3,33
29	10,25	7,96	7,95	7,01
30	3,13	2,55	4,88	2,53
31	4,79	3,44	2,87	2,93
32	1,76	2,91	3,20	2,04
33	1,54	7,33	4,20	1,10
34	11,47	8,29	9,39	7,54
35	3,57	2,62	2,96	2,72
36	3,67	1,36	3,54	1,39
37	9,22	5,28	4,78	4,18
38	3,78	1,47	2,01	3,65
39	1,21	1,07	0,98	1,07

6. mittlere Steigung

Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
40	1,87	1,49	2,90	2,37
41	1,55	2,24	1,95	2,26
42	1,17	0,64	1,56	0,91
43	0,86	2,42	1,12	1,76
44	4,76	6,42	5,76	9,45
45	2,93	3,22	1,69	5,11
46	1,32	1,82	1,38	1,57
47	2,64	1,60	2,31	2,04

Werte der calorischen Prüfung

7. Latenzzeit

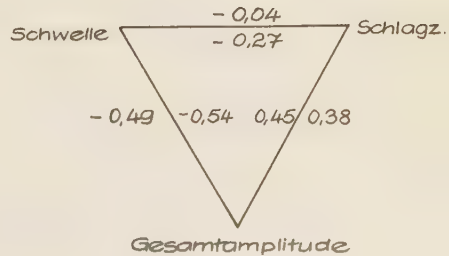
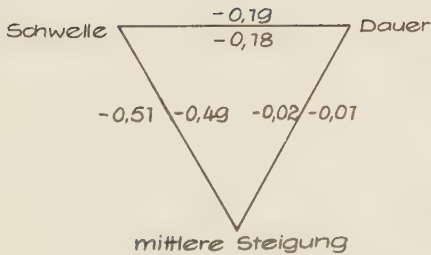
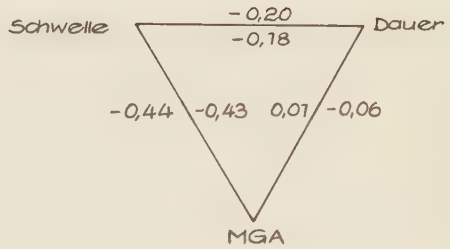
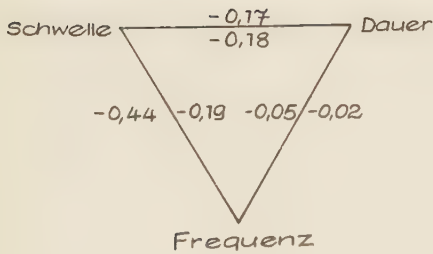
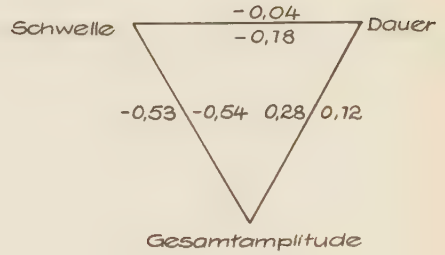
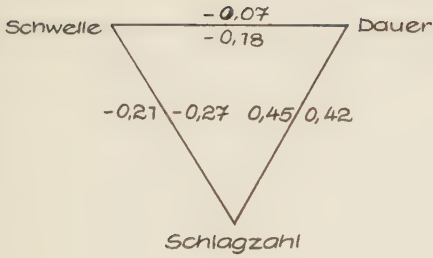
Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°	Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
1	2	1	3	3	17	2	1	3	4
2	13	4	6	2	18	2	3	1	3
3	2	1	1	1	19	2	1	1	1
4	2	3	3	6	20	2	4	3	2
5	3	2	2	6	21	4	5	3	3
6	2	1	3	3	22	1	1	1	3
7	4	1	1	1	23	1	2	2	1
8	1	4	2	2	24	1	1	3	1
9	4	8	4	3	25	7	8	6	13
10	5	3	8	5	26	2	2	10	6
11	4	11	13	20	27	2	3	2	1
12	4	2	4	2	28	1	2	2	1
13	4	3	3	4	29	1	4	1	7
14	2	1	1	1	30	1	4	3	1
15	1	3	1	1	31	6	22	6	4
16	2	4	5	1	32	25	20	20	16

7. Latenzzeit

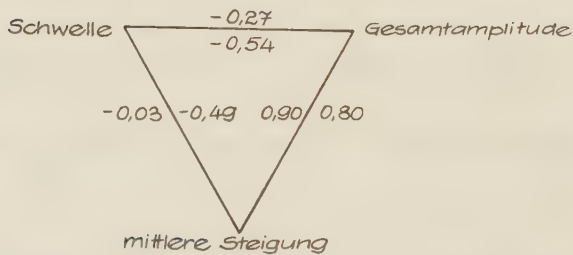
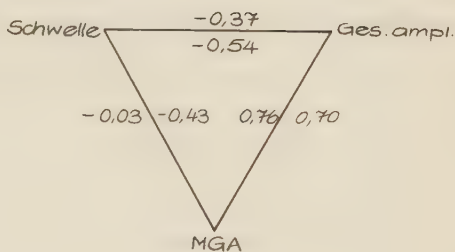
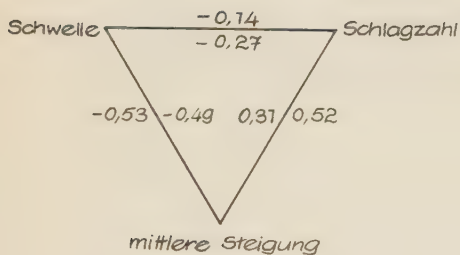
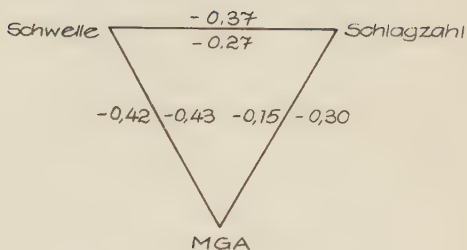
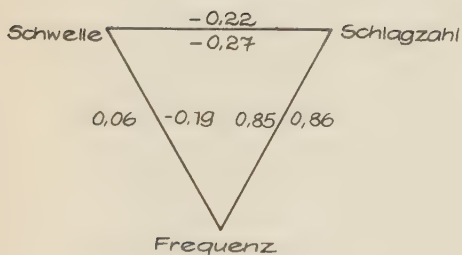
Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°	Lfd. Nr.	re 44°	re 30°	li 44°	li 30°
33	12	3	10	7	41	1	2	3	3
34	3	3	2	3	42	4	3	1	3
35	6	4	3	7	43	11	7	7	16
36	1	4	1	1	44	1	1	2	2
37	4	4	7	1	45	2	1	2	1
38	3	6	3	2	46	2	3	4	2
39	4	3	2	5	47	2	5	2	6
40	2	3	4	3					

Partielle Korrelationsrechnung

re 30°

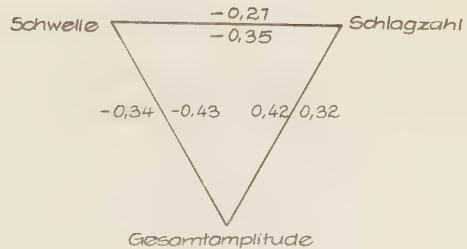
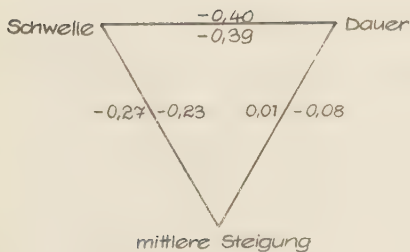
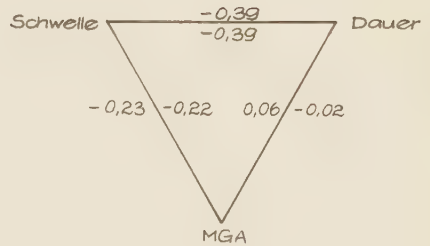
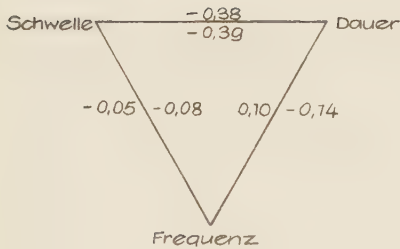
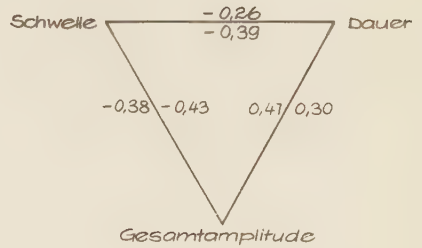
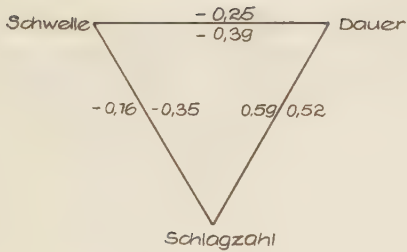


re 30°

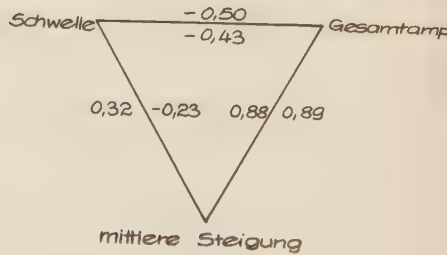
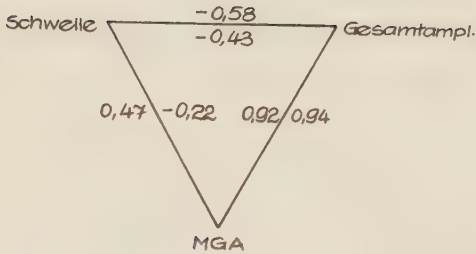
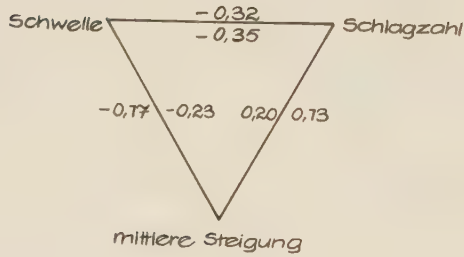
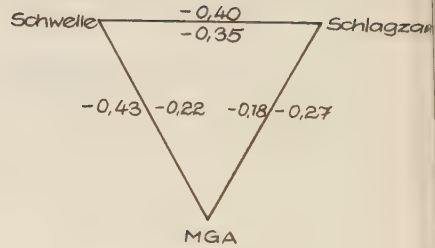
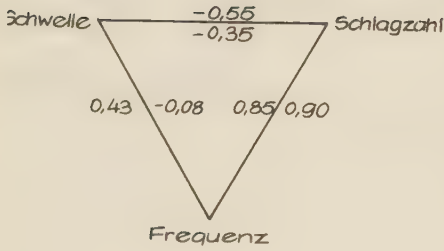


Partielle Korrelationsrechnung

li 30°



li 30°



Partielle Korrelationsrechnung

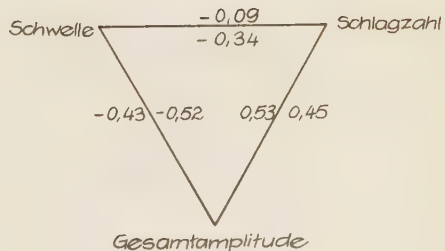
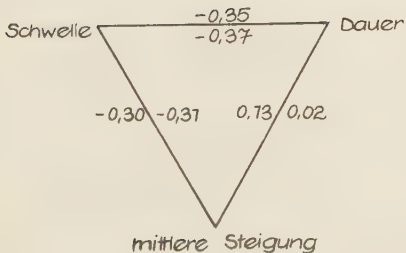
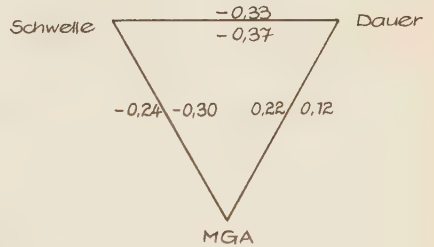
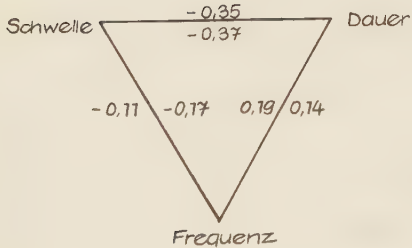
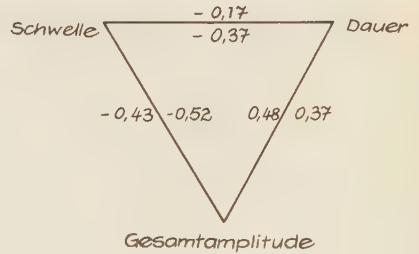
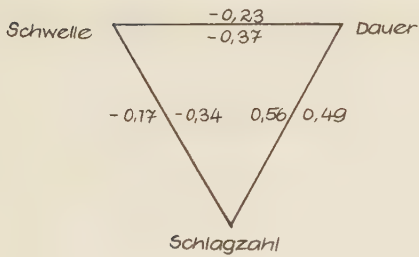
re 44°

innerhalb des Dreiecks:

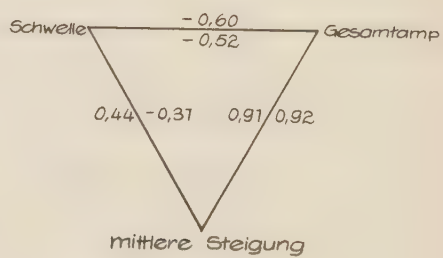
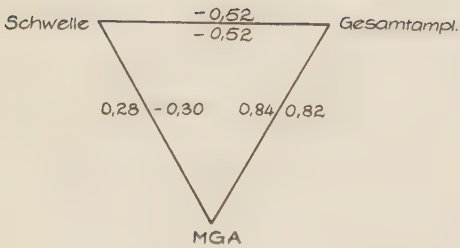
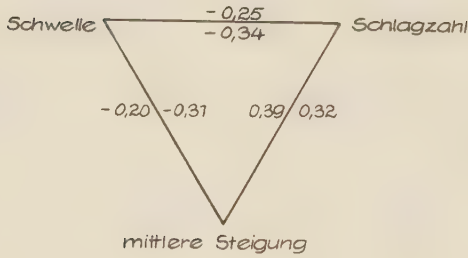
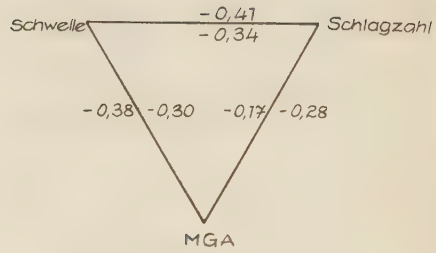
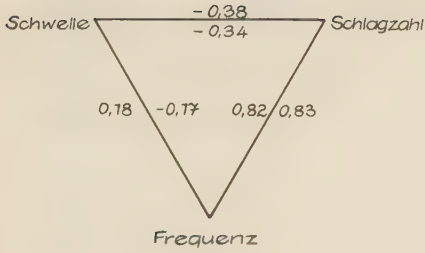
Korrelationskoeffizient r

außerhalb des Dreiecks:

partieller Korrelationskoeffizient

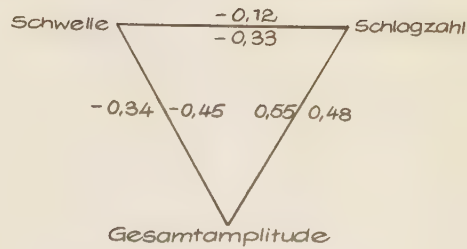
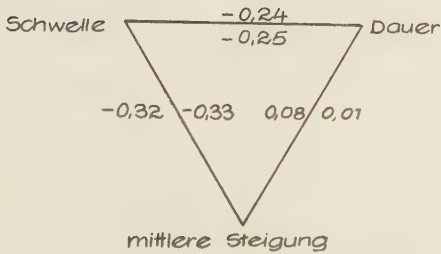
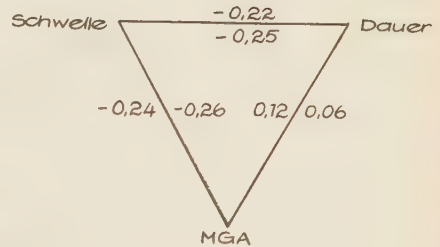
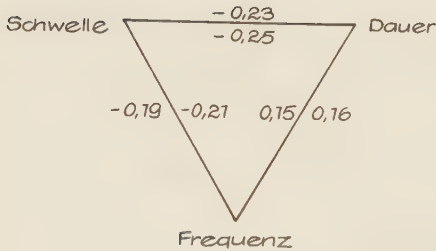
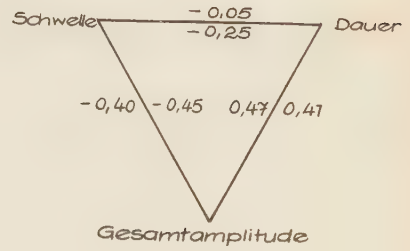
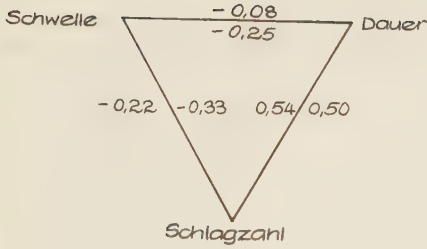


re 44°

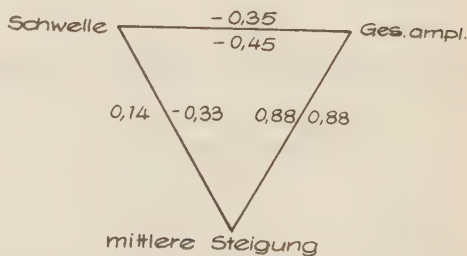
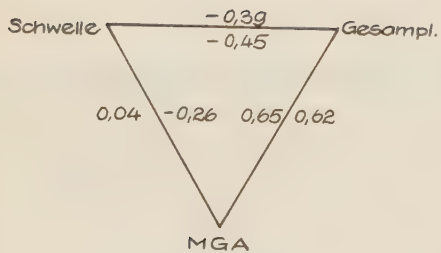
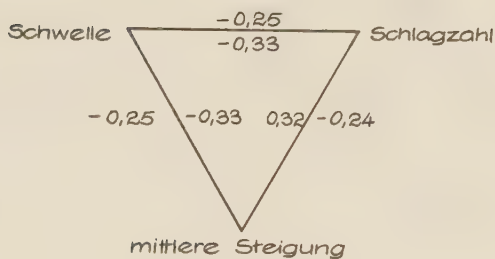
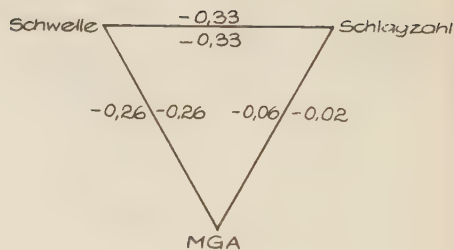
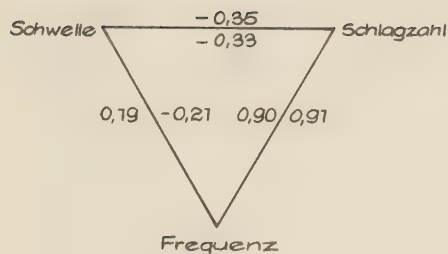


Partielle Korrelationsrechnung

li 44°

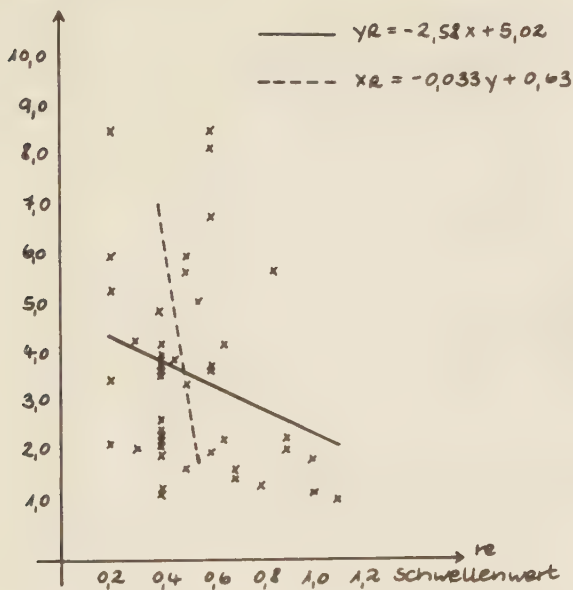


li 44°

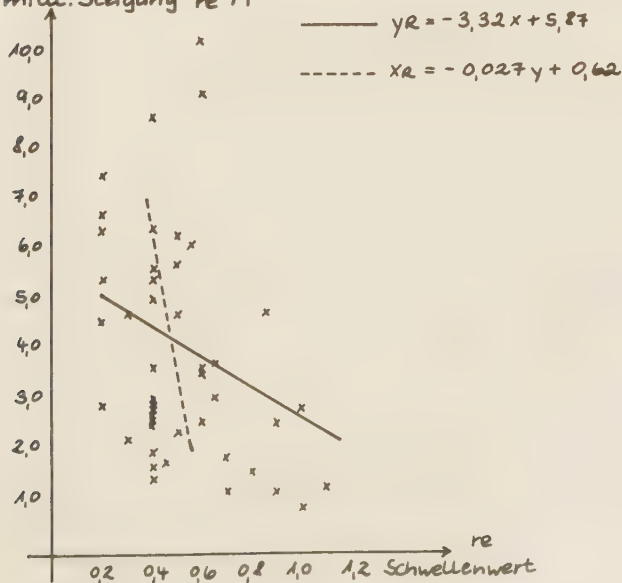


graphische Darstellung der Regressionsgeraden

HGA re 44°

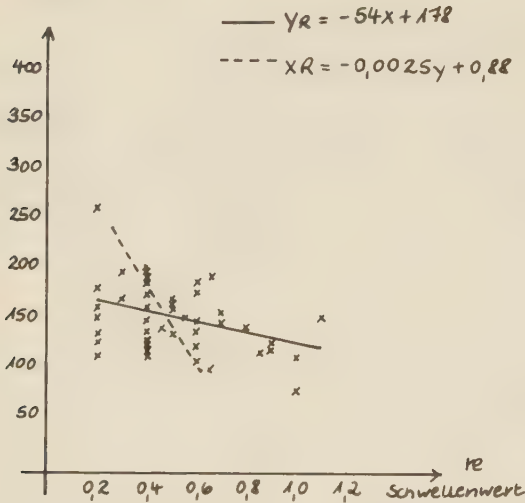


mittl. Steigung re 44°

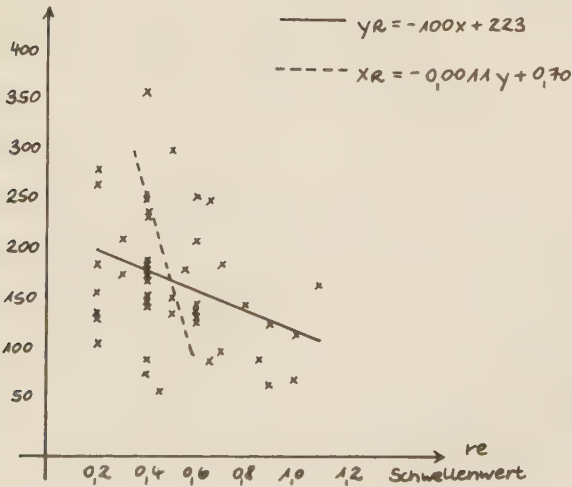


Graphische Darstellung der Regressionsgeraden

Dauer $re\ 44^\circ$

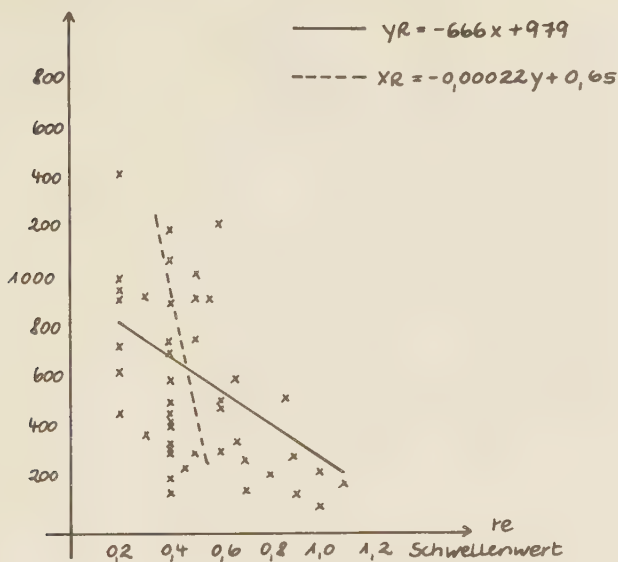


Schlagzahl $re\ 44^\circ$

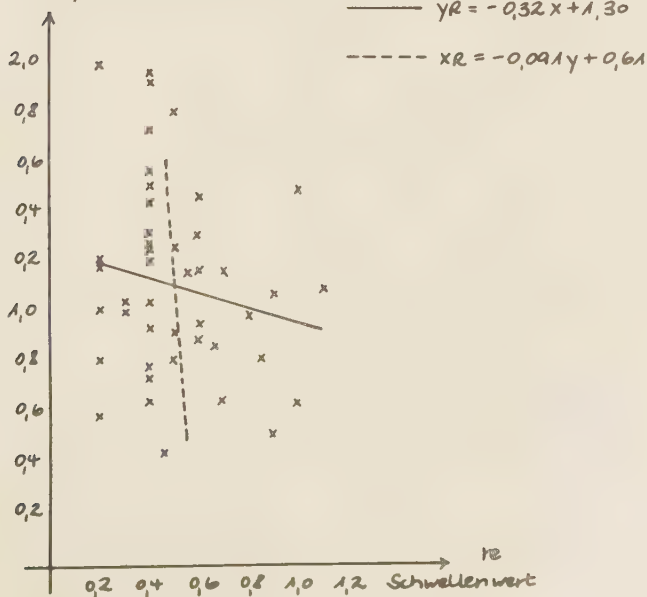


graphische Darstellung der Regressionsgeraden

Amplitude re 44°



Frequenz re 44°



Literaturverzeichnis

1. Aschan, G., Finer, B.I. u. Hagbarth, K.E.
Acta oto-laryng., Stockholm
55 (1962) 97
2. Barany, R.
Mschr. Ohr.hk., Berlin
40 (1906) 193
3. Boenninghaus, H.G.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin
169 (1956) 405
4. derselbe:
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin
164 (1953/54) 50
5. Christian, W.
Zschr. Laryng., Stuttgart
33 (1954) 29
6. derselbe:
Zschr. Laryng., Stuttgart
33 (1954) 708
7. Decher, H.
Habilitationsschrift, Bonn 1963
8. derselbe:
Zschr. Laryng., Stuttgart
41 (1962) 839
9. Eckel, W., Kuipers, G. u. Wendt, D.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin
181 (1963) 175
10. Frenzel, H.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin
168 (1955/56) 269
11. Frenzel, H. u. Tonndorf, E.Eb.
Pract. oto-rhino-laryng., Basel
19 (1957) 507
12. Frenzel, H.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin
113 (1925) 233

13. derselbe:
HNO Wegweiser, Berlin
7 (1953) 353
14. derselbe:
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin
177 (1961) 353, 563
15. Haas, E.
Zschr. Laryng., Stuttgart
43 (1964) 238
16. Hallpike, C. S.
Pract. oto-rhino-laryng., Basel
17 (1955) 301
17. Jongkees, L. E. W. u. Klijn, J. A. J.
Acta oto-laryng., Stockholm
46 (1956) 314
18. Jung u. Tönnies, W.
Klin. Wschr.
26 (1948) 513
19. Karbowski, K.
Zentralblatt 1961
20. Kirstein, R. u. Schöpfer, H.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin
168 (1955/56) 215
21. Koller, S.
Graph. Tafeln zur Beurteilung
statistischer Zahlen
Dresden und Leipzig 1943
22. Mittermaier, R. u. Christian, W.
Zschr. Laryng., Stuttgart
33 (1954) 20
23. Mittermaier, R., Ebel, B., Kübler, A. u. Boesel, K.
Zschr. Laryng., Stuttgart
31 (1952) 115
24. Mittermaier, R. u. Rossberg, G.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin
168 (1955/56) 269

25. Mittermaier, R.
Zschr. Laryng., Stuttgart
31 (1952) 360
26. derselbe:
Acta oto-laryng., Stockholm
44 (1954) 574
27. derselbe:
Pract. oto-rhino-laryng., Basel
17 (1955) 179
28. Montandon, A. u. Russbach, A.
Acta oto-laryng., Stockholm
46 (1956) 264
29. dieselben:
Pract. oto-rhino-laryng., Basel
17 (1955) 224
30. Pfaltz, C.R.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin
172 (1957/58) 131
31. Pfaltz, C.R. u. Gulick, R.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin
179 (1961/62) 525
32. Pogány, Ö.
Zentralblatt 1961
33. Rossberg, G.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin
169 (1956) 410
34. derselbe:
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin
168 (1955/56) 19
35. Schmidt, W.
Anlage und statistische Auswertung
von Untersuchungen
Hannover 1961
36. Stahle, J.
Acta oto-laryng., Stockholm
Suppl. 137 (1957) 5
37. Steinhausen, W.
Zschr. Nas.-Ohr.hk., Berlin
39 (1936) 19

38. Trincker,D., Bergmann,I. u. Nehls,K.
Zschr. Laryng., Stuttgart

33 (1954) 502

39. Wüst,H.

Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk., Berlin

168 (1955/56) 414

Ich danke Herrn Professor Dr. H a a s
für die freundliche Überlassung des
Themas und die Unterstützung bei der
Durchführung dieser Arbeit.

Ebenso danke ich Herrn Professor
Dr. Dr. K o l l e r für die wert-
volle Hilfe bei der statistischen
Auswertung meiner Arbeit.

Lebenslauf

Am 7. November 1938 wurde ich in Tarutino/Rumänien als Tochter des Beamten Alfred Kräenbring und seiner Ehefrau Hildegard geb. Jesse geboren. 1940 wurden wir nach Briesen/Westpreußen umgesiedelt, von wo wir 1945 nach Mittweida/Sachsen flüchteten. Meine Schulzeit verbrachte ich in Mittweida. 1956 bestand ich das Abitur an der Oberschule zu Mittweida. Seit 1956 lebe ich in Mainz. Nach Ablegung einer Ergänzungsprüfung konnte ich mich 1957 an der Philosophischen Fakultät der Johannes Gutenberg - Universität Mainz immatrikulieren. 1958 ließ ich mich in die Medizinische Fakultät umschreiben. 1959 legte ich das Vorphysikum und 1961 das Physikum ab. Nach dem Physikum studierte ich drei Semester an der Freien Universität Berlin. Am 29. Januar 1965 bestand ich in Mainz das Staatsexamen.

